

Calculadoras no ensino: Estudos sobre as concepções, as práticas e a formação do professor de Matemática¹

Evangelina Romano
Escola Secundária de Santo André

Célia Mercê
Escola Superior de Educação de Santarém

João Pedro da Ponte
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Resumo. Esta comunicação descreve dois estudos de um programa de investigação sobre o professor de Matemática e a tecnologia. Visam saber qual de que modo a calculadora comum (no ensino básico) e a calculadora gráfica (no secundário) está a ser integrada nas práticas profissionais e procuram também saber qual pode ser o papel da formação inicial e contínua. Os resultados de estudos de caso qualitativos indicam que há professores que usam a calculadora na sala de aula sem que isso signifique uma mudança nos objectivos, tarefas e práticas de ensino. Indicam, igualmente, que a cultura de escola e a formação podem ter uma influência importante sobre as concepções e as práticas dos professores.

Palavras chave. Ensino da Matemática; Prática de ensino; calculadora; Calculadora gráfica; Mudança curricular.

Abstract. This communication describes two studies of a research program about the mathematics teacher and technology. They aim to know how the common calculator (in basic education) and graphic calculator (in secondary) are integrated in teachers' professional practices. It is also sought to know what the role of pre- and in-service teacher education may be. The results of qualitative case studies show that there are teachers that use the calculator in the classroom but that does not mean a change in the aims, tasks and teaching practices. They also indicate that school culture and teacher education may have an important influence on teachers' conceptions and practices.

Keywords: Mathematics teaching, Teaching practice, Calculator, Graphic calculator, Curriculum change

A calculadora é uma tecnologia que assume, hoje em dia, uma expressão importante no ensino da Matemática em Portugal, constando das orientações metodológicas dos programas desde 1990/1, tanto no ensino básico como no secundário. O seu uso é indicado como obrigatório pelos programas. Neste campo, Portugal está ao nível dos países mais desenvolvidos da Europa e próximo das recomendações do NCTM. No entanto, o uso da calculadora no ensino da Matemática tem sido objecto de grandes polémicas na comunicação social. Os próprios professores mostram-se muito divididos sobre esta matéria.

No ensino secundário, há uma questão no exame nacional do 12.º ano que requer uma resolução gráfica com o recurso à calculadora gráfica. Não é por isso de admirar que ela seja usada pelo menos em algumas aulas. No entanto, investigação recente

¹ Romano, E., Mercê, C., & Ponte, J. P. (2008). As calculadoras no ensino: Estudos sobre as concepções, as práticas e a formação do professor de Matemática In R. Luengo-González, B. Gómez-Alfonso, M. Camacho-Machín & L. B. Nieto (Eds.), *Investigación en educación matemática XII* (pp. 567-575). Bada-joz: SEIEM.

(Simeão, 2007) mostra que alguns professores restringem o mais possível o seu uso pelos alunos, levando-os a privilegiar uma abordagem analítica às questões, usando a calculadora gráfica apenas para confirmação de resultados. Do mesmo modo, no ensino básico, muitos professores aceitam que o aluno use a calculadora na sala de aula, mas incentivam-nos a tomá-la sobretudo para confirmação de resultados (Mosquito & Ponte, 2008).

Muitos documentos curriculares indicam que a tecnologia viabiliza mudanças importantes nas práticas profissionais dos professores. O professor pode alterar o seu modo de abordar os assuntos, propor novos tipos de tarefas, usar este instrumento nos momentos de discussão da resolução das tarefas, etc. No entanto, não se sabe se a generalidade dos professores a usa de uma forma crítica e potenciando as suas potencialidades, de forma rotineira e passiva ou simplesmente não a usa. Assim, afigura-se importante saber como é que a calculadora gráfica está a ser encarada pelos professores de Matemática e utilizada em sala de aula. É necessário averiguar em que medida as suas concepções e crenças influenciam as suas práticas profissionais. Ou seja, é necessário saber de que modo a calculadora comum (no ensino básico) e a gráfica (no ensino secundário) está a ser integrada nas práticas profissionais dos professores. É também importante saber qual pode ser o papel da formação inicial e contínua neste campo. Esta comunicação apresenta resultados de dois estudos recentes de um programa de investigação sobre esta temática.

Concepções e práticas de utilização da calculadora gráfica

O estudo. Esta investigação pretende saber como a calculadora gráfica é utilizada pelos professores de Matemática A no 12.º ano do ensino secundário e de que modo isso se relaciona com as suas concepções sobre o ensino da Matemática. Este estudo enquadra-se no paradigma interpretativo, seguindo uma abordagem qualitativa, com estudos de caso interpretativos de três professores do ensino secundário. Os dados são recolhidos por entrevistas, audiogravadas, e observações na sala de aula, seguidas de uma pequena entrevista entre um investigador e o participante, também audiogravada.

Nesta comunicação referimos apenas o caso de uma professora, Maria, que tem 18 anos de experiência, lecciona usualmente 12.º ano e é reconhecida pelos seus colegas como uma professora competente. Este ano, tem duas turmas de MACS, 10.º e 11.º anos, e uma turma de 12.º ano de Matemática A. Inscreve-se regularmente em acções de formação, especialmente de Matemática e de tecnologias. Em 2007/08 está a frequentar uma acção sobre calculadoras gráficas e sensores.

No início do 3.º período, realizou uma aula em que usou sensores. Esta aula foi dada em parceria com duas professoras de Física e Química e um professor de Matemática, concretizando um projecto conjunto no âmbito da formação. A observação desta aula foi seguida de uma breve conversa com a professora tendo em vista obter a sua perspectiva sobre o que nela ocorreu.

Concepções. Maria acredita que a tecnologia é motivadora. Fazendo parte da sociedade actual, pensa que deve ter acolhimento na escola. Considera que a calculadora é essencial nas suas aulas: “Eu acho que neste momento era difícil já darmos aulas sem ela (...) Neste momento voltar para trás era impensável”.

No entanto, indica que nem sempre foi assim. Demorou a adaptar-se à calculadora gráfica:

Eu acho que (...) de início houve, da nossa parte, eu acho, renitência, eu própria mesmo lembro-me, em relação, sei lá? Eles irem à calculadora

ver quanto era dois vezes três, aquilo para mim era quase um absurdo. (...) Mas tenho que convir que, para mim, eu fui um bocado renitente.

Reconhece que mudou a sua atitude e a sua forma de actuar em relação a esta ferramenta, encarando-a agora sob outro prisma. Na sua perspectiva, a calculadora liberta os alunos dos cálculos rotineiros, permitindo-lhes ultrapassar dificuldades de cálculo numérico. Podem assim concentrar-se na compreensão dos conceitos:

E, neste momento, quando os vejo tão atrapalhados a fazer uma conta, eu própria já lhes digo que... (...) tudo bem, está aqui a máquina. (...) Vamos tentar então ultrapassar, porque depois eles ficam tão presos àqueles cálculos que já deviam ter aprendido há dez anos atrás, que não conseguem aprender aquilo que quero explicar agora, não é?

Para Maria, a calculadora é especialmente útil para confirmar resultados, após a resolução analítica da questão:

[A propósito de estudo de sinal da primeira derivada] (...) depois ir confirmar à calculadora, se o sinal... É aquele. Claro, tem toda a lógica, irmos lá ver se está tudo bem, como nós esperávamos. (...) Depois até meter o gráfico da função e ver se realmente sobe até aquele ponto e desce até ao outro, não é?

No entanto, Maria também refere que a calculadora pode ter um efeito negativo. Considera que a dependência e a confiança que os alunos depositam nesta ferramenta chega a ser preocupante: “E fico muito preocupada quando os vejo estar sempre muito, muito à espera que a máquina diga. Isso preocupa-me. Quer dizer, eu acho que é muito importante, mas não podemos estar nesta dependência...” Acredita que as tecnologias inibem o seu sentido crítico face aos resultados indicados pela máquina: “Eles muitas vezes com as novas tecnologias perdem a noção do que é que têm que lá pôr na folha de papel, e têm que continuar a pôr, não é?”

Considera assim que a calculadora gráfica é um recurso importante na aula de Matemática a que já está habituada e reconhece que o seu uso motiva os alunos. Refere que durante algum tempo via com muita desconfiança o seu uso no ensino. Depois, ultrapassou a sua resistência. Na sua perspectiva actual, a calculadora é útil sobretudo para confirmar resultados. Acha positivo que os alunos se libertem do peso de cálculos excessivos e se possam concentrar na compreensão dos conceitos. No entanto, considera que eles desenvolvem um excesso de confiança e usam-na sem sentido crítico.

Prática lectiva. Maria diz não sentir dificuldades na utilização da calculadora, embora se sinta mais confortável a utilizar a Casio do que a Texas. Acrescenta, no entanto, que, apesar de a usar no seu dia-a-dia, há muitas funcionalidades que não domina: “Sei que, em relação à sala de aula, não as utilizo como se calhar já poderia estar a utilizar. Acho que é um mundo e aquilo que eu utilizo, acho que realmente, se calhar, é muito pouco (...)”

Esta professora tem o 12.º ano desde que começou a dar aulas, sentindo-se confortável em relação aos assuntos a leccionar. Diz que a calculadora gráfica não a preocupa durante a planificação e preparação das suas aulas, embora se questione sobre a necessidade de o fazer:

Na forma como preparo, não. (...) Eu não faço propriamente uma planificação dado que tenho ali a calculadora gráfica, não é? (...) Quer dizer, não faço propriamente uma planificação... Se calhar devia fazer, mas não faço uma planificação cuidada para a utilização da calculadora.

Em relação à forma como ensina os alunos a utilizar a calculadora gráfica, diz que no 12.º ano não tem muita preocupação com esse aspecto, uma vez que os alunos já detêm um domínio técnico razoável desta ferramenta:

Eu acho que eles têm que ter. Têm, têm. Acho que já têm que ter e se não têm nós temos que os forçar a ter, não é? Portanto... Agora, claro no 10.º ano não. No 10.º ano, aí sim, aí eu faço questão.

Segundo ela, é no 10.º ano que é necessário ensinar a manusear a calculadora gráfica e é nesse nível de escolaridade que despende muito tempo das suas aulas para desenvolver essa capacidade nos seus alunos. E explica como procede:

Eu depois geralmente vou-lhes explicando, primeiro para uma marca e depois para outra marca, em separado, quais os procedimentos que eles têm que seguir, não é? E vou pondo no quadro... Tipo as teclas que eles têm que seguir e geralmente até lhes explico, porquê isto ou porquê aquilo, o que é que se põe nesta lista, como é que depois se calcula a média... (...) E insisto em fazer vários exercícios em que eles têm que repetidamente ir lá aos mesmos sítios trocar e mudar, e baralhar e pronto...

Preocupa-se sobretudo com o facto dos alunos que deixaram de valorizar a resolução analítica, sentindo que podem resolver as tarefas que lhes são propostas usando apenas uma resolução gráfica:

Fico um pouco preocupada quando vejo que eles estão muito ligados aquilo e não valorizam absolutamente nada a parte analítica. Isso preocupa-me, preocupa-me e, sempre que isso acontece, eu tento, de propósito, passar-lhes exercícios que eles não conseguem fazer com a calculadora, para eles perceberem que, há aspectos na Matemática importantes e que funcionam sempre da mesma maneira e que eles têm que perceber no geral (...)

Maria atribui assim importância à calculadora gráfica. No entanto, apesar de se manifestar favoravelmente em relação à calculadora e de considerar que a sua utilização é indispensável na aula, a forma como a usa na sua prática lectiva não tira grande partido das suas potencialidades. Utiliza-a, na maior parte das vezes, para efectuar cálculos rotineiros e para validar resultados obtidos por resolução analítica. Não ensina os seus alunos a lidar com este recurso, deixando ao seu critério a escolha e decisão de quando e em que situações o usar.

Síntese. Maria adaptou-se bem à calculadora, que integrou nas suas práticas, sem que no entanto estas tenham tido grande transformação. O desenvolvimento da capacidade que mais valoriza nos alunos – a resolução analítica dos problemas – é o objectivo de aprendizagem central da sua actividade de ensino e considera que a calculadora perturba esse objectivo, ao induzir o aluno a pensar que há uma outra via, mais fácil e menos trabalhosa, para resolver os problemas. Manifesta-se muito preocupada com a falta de espírito crítico dos alunos, e considera mesmo que isso é a principal limitação da calculadora. Este caso sugere que existem professores que, embora com um discurso positivo relativamente à importância deste instrumento, estão muito longe de tirar dele o partido recomendado pelas actuais orientações curriculares.

Uma experiência de formação para o uso da calculadora

O estudo. Este estudo visa compreender as concepções e práticas dos professores e a forma como a formação promove a sua reflexão sobre a prática. Trata-se de uma experiência de formação em que o investigador (a segunda autora) é ao mesmo tempo o

formador que procura levar os professores a reflectir sobre as suas práticas e a ponderar eventuais mudanças. Constitui, assim, uma investigação sobre a sua própria prática profissional (Ponte, 2004) que segue uma abordagem qualitativa e interpretativa (Bogdan & Biklen, 1994). Pretende-se captar o ponto de vista dos professores e o significado que eles atribuem às suas experiências.

Para a recolha de dados foram elaborados guiões a usar na observação participante e nas entrevistas. Foram participantes todos os professores dos três grupos de formação envolvidos. Posteriormente, três deles, um por grupo, foram escolhidos para estudo de caso. Apresentamos apenas o caso de Anabela, professora de Matemática e Ciências da Natureza com 12 anos de serviço, que lecciona o 5.º e o 6.º ano. Formou-se no ISCE, em Odivelas. É a primeira vez que frequenta uma acção de formação de Matemática e também a primeira vez que frequenta uma acção onde se discute o uso da calculadora. Nas sessões de formação manteve sempre uma postura muito receptiva às tarefas propostas, participando activamente nas discussões.

A experiência de formação. A formação realizada teve em atenção as orientações curriculares, a investigação em educação matemática sobre formação de professores e calculadoras e os princípios orientadores do Programa Nacional de Formação Contínua em Matemática (2.º ciclo). O objectivo era levar os professores a reflectir sobre as suas práticas, analisando possíveis modos de usarem esta ferramenta. Foram planeadas quatro sessões de formação a 3 grupos do 1.º ano, num total de 25 professores.

As sessões de formação privilegiaram momentos de discussão em pares e grande grupo, tendo como suporte tarefas visando o aprofundamento do conhecimento matemático e didáctico dos professores no campo dos números racionais e, em simultâneo, discutir o possível papel da calculadora no estudo deste tema. A formação segue uma lógica de acompanhamento na sala de aula, valorizando os conceitos e processos matemáticos em situações tanto quanto possível autênticas. Trata-se, por isso, de uma formação baseada na prática profissional (Smith, 2001). Nestas sessões a calculadora foi explorada: como fonte de problemas e exercícios; como instrumento cujas funcionalidades se procura compreender; para a realização de cálculos; no desenvolvimento do sentido de número; como reforço da capacidade de escrita de números inteiros e decimais; para a exploração de fenómenos numéricos; como auxiliar na estimativa e cálculo mental; e na compreensão das operações.

Concepções. Anabela pronuncia-se a favor do uso da calculadora no ensino da Matemática e afirma que na escola onde esteve 8 anos a usou sempre. No entanto, desde que há 2 anos veio para a escola actual, isso ainda não aconteceu.

Identifica vários tópicos onde já a utilizou: proporcionalidade directa, adição dos ângulos internos do triângulo, cálculo do volume do cilindro e, de um modo geral, na confirmação de cálculos e na resolução de problemas. Usou bastante a calculadora no 6.º ano mas muito pouco no 5.º. Considera que esta facilita as aprendizagens e motiva os alunos:

Para mim deve ser utilizada como facilitadora de aprendizagens. (...) É importante a utilização da máquina de calcular, porque permite que os alunos possam experimentar várias formas de resolver um problema, por exemplo, e não se aborrecerem, chatearem, estarem a li a fazer cálculos sem nunca mais acabarem, depois enganam-se, não dá. Eu acho que sim, deve ser utilizada desde que no momento certo.

No entanto, acredita que, se não for bem utilizada, a calculadora pode trazer prejuízos para as aprendizagens dos alunos. Identifica a multiplicação e a divisão como

tópicos nos quais nunca utilizou este instrumento, admitindo apenas a sua utilização na confirmação de cálculos:

Pode trazer prejuízos se não for bem utilizada, se eu por exemplo estou a dar a multiplicação ou a divisão logo do início a utilizar e não permitir que eles façam os cálculos, se calhar não é facilitador de aprendizagens. Mas posso utilizá-la de outra forma também, é primeiro fazer e depois confirmar.

Anabela diz que a sua visão favorável à utilização da calculadora foi marcada pela sua formação inicial e pelo percurso de 8 anos numa escola onde a maioria dos professores a utilizava na sala de aula. Não compreende porque é que na sua escola actual há colegas que não permitem a sua utilização. Numa reunião recente percebeu que esta ferramenta não é bem aceite por muitos professores com mais tempo de serviço:

Na última reunião de grupo falou-se na utilização ou não da calculadora na proporcionalidade directa e eu disse que pelo menos aí eu uso sempre. E houve opiniões divergentes, ‘porque os meninos têm que utilizar, saber calcular, fazer as contas de multiplicar e dividir e’ (...) Portanto uns irão usar provavelmente e os outros provavelmente não irão usar, mas eu vou usar.

A verdade é que este ano ainda não usou a calculadora com os seus alunos. Indica que isso resulta de vários factores. Um deles é a falta de tempo, porque o seu uso exigiria um trabalho de preparação, uma vez que os alunos não estão habituados a lidar com ela. Refere ainda que as calculadoras da sua escola são todas científicas e não se encontram perto da sala onde dá aulas. Por isso, indica que “se surge qualquer situação na aula, é impensável mandar buscar, perde-se imenso tempo”. Considera tudo isto entraves à utilização regular deste instrumento. Além disso, as turmas muito grandes, com 28 alunos, também lhe dificultam o trabalho com a calculadora.

Reflexão sobre a formação Anabela salienta as discussões que se efectuaram e a partilha de experiências. Isso corresponde à sua postura logo desde a primeira sessão, onde deu contributos interessantes para a discussão em grande grupo sobre a utilização da calculadora:

Aquela discussão sobre os temas que nós tratámos aqui na aula, eu gosto de fazer, nunca mais eu tinha feito a não ser no curso [formação inicial] e, pronto, eu gosto muito (...) depois reaviva determinadas coisas que habitualmente nas escolas não se falam, não há tempo, a partilha de experiências que é tão gira (...).

Apreciou a dinâmica geral da formação e gostou das tarefas propostas, que considerou “desafios”. Pensa que todas as tarefas discutidas, com as devidas adaptações e simplificações tendo em conta a turma e a faixa etária dos alunos, poderiam ser-lhes propostas sem dificuldades. Mostrou-se especialmente receptiva e participativa na sessão onde se exploraram as tarefas em que a calculadora estava relacionada com regularidades e cálculo mental.

Uma vez que não se identifica com a dinâmica de trabalho na área da Matemática da sua escola, considera que a formação está a servir-lhe para “corrigir algumas coisas e respirar mais um bocadinho.” Ao ser questionada sobre os contributos da formação, diz:

Lá está. Se eu não estivesse na formação não tinha aqui mais uma luzinha a dizer que realmente é bom e que é útil (...) Se calhar a seguir a esta

reunião eu ficava naquela, ‘se calhar é melhor eles não utilizarem a calculadora realmente porque não sei quê... Depois eles não sabem...’

Anabela sente que a formação veio trazer-lhe mais confiança na utilização desta ferramenta:

Veio confirmar o que eu achava que é útil e que há muitas pessoas que realmente não entendem (...) a utilidade que pode ter, porque só vêm os malefícios e eu acho que desde que bem usada, pode ser muito útil.

Síntese. Anabela manifesta-se favorável à utilização da calculadora no ensino, mas admite que devem haver cuidados na sua utilização. Reconhecer as suas potencialidades em certos tópicos matemáticos, principalmente no 6.º ano, mas coloca reservas noutros tópicos. Apesar da sua atitude favorável, este ano ainda não utilizou este instrumento e considera que isso resulta do ambiente da sua escola actual, que a condiciona, da falta de tempo, de aspectos logísticos e das turmas terem muitos alunos. Encontramos nesta professora resistências de ordem social (Assude, 2006), provocadas pelo grupo de professores na escola, o que fez com que se inibisse de usar a calculadora. Também revela resistências de ordem pessoal, que dizem respeito à sua insegurança quanto às tarefas a propor e também as dificuldades com a gestão da sala de aula, principalmente em turmas grandes. As sessões de formação, baseadas na partilha, discussão e reflexão de práticas, parecem ter contribuído para que reflectisse sobre as suas práticas e se sentisse mais confiante no uso da calculadora. Sente-se hoje mais segura e pronta a utilizá-la com os seus alunos, e afirma que irá fazê-lo no 3.º período. Deste modo, parece que a formação teve um acolhimento positivo da sua parte. No entanto, só o tempo dirá se até que ponto teve, de facto, implicações no seu desenvolvimento profissional e nas suas práticas lectivas.

Conclusão

Esta comunicação apresenta dois casos distintos de professores no modo como se relacionam com a tecnologia na sua prática profissional. O primeiro caso, Maria, é o de uma professora que aparenta integrar a calculadora gráfica na sua prática, mas na verdade apenas o faz de modo muito superficial. No essencial continua a valorizar as tarefas e os modos de resolução que já valorizava antes de surgir esta tecnologia. O segundo caso, Anabela, mostra uma posição um pouco mais favorável, reconhecendo que a calculadora permite mudar pelo menos algumas das tarefas a propor aos alunos. O caso desta professora mostra também como existem escolas onde vigora uma forte cultura “anti-tecnologia” e o alcance potencialmente dissuasor do grupo profissional da escola. Mostra, também, que a formação inicial e contínua de professores pode ter uma influência positiva, sugerindo, porém, que uma mudança sustentada nas práticas dos professores no campo do uso da tecnologia requer recursos específicos e um trabalho continuado de apoio aos professores.

Referências

- Assude, T. (2006). Mudanças e resistências na evolução do currículo de Matemática: Estudo de caso sobre as calculadoras na escola primária. In *Actas do XV EIEM (CD-ROM)*, Monte Gordo.
- Bogdan, R., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Mosquito, E., & Ponte, J. P. (2008). *A calculadora e o computador nas práticas profissionais dos professores de Matemática do 3.º ciclo do ensino básico*. Comunicação no XVII EIEM, Vieira de Leiria.

- Ponte, J. P. (2004). Investigar a nossa própria prática: Uma estratégia de formação e de construção do conhecimento profissional. In E. Castro & E. Torre (Eds.), *Investigación en educación matemática* (pp. 61-84). Coruña: Universidad da Coruña.
- Semião, M. J. (2007). *A utilização da calculadora gráfica na aula de Matemática: Um estudo com alunos do 12.º ano no âmbito das funções* (Tese de Mestrado, Univ. de Évora).
- Smith, M. S. (2001). *Practice-based professional development for teachers of mathematics*. Reston: NCTM.